

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-224213

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H04L 12/44

(21)Application number : 11-020644

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 28.01.1999

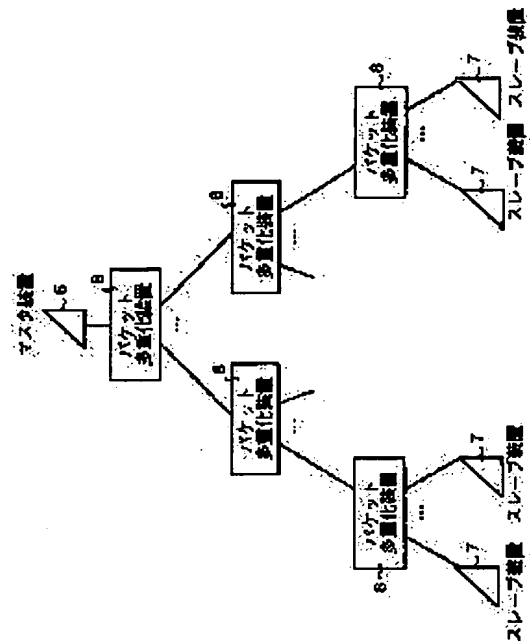
(72)Inventor : SODA KEIICHI  
ICHIHASHI TACHIKI

## (54) COMMUNICATION NETWORK, MASTER SET, SLAVE SET, MULTIPLEXER AND EXCHANGE CONFIGURING THE COMMUNICATION NETWORK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance precision of a sampling time between a master set and each slave set by nullifying fluctuation in a transmission delay time due to waiting with respect to a specific packet and matching a transmission delay time between the master set and each slave set in two ways with high precision.

**SOLUTION:** In a communication network where one master set 6 and a plurality of slave sets 7 are interconnected in a form of tree by using at least one multiplexer 8 while placing the master set 6 onto an apex, the master set 6 designates each slave set 7 cyclicly via the multiplexer 8, each slave set 7 transmits start specification information used for matching the sampling time in the designated order to the master set 6 and the sampling time is adjusted through a prescribed arithmetic operation on the basis of return specific information returned from the master set 6 in response to the start specific information.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

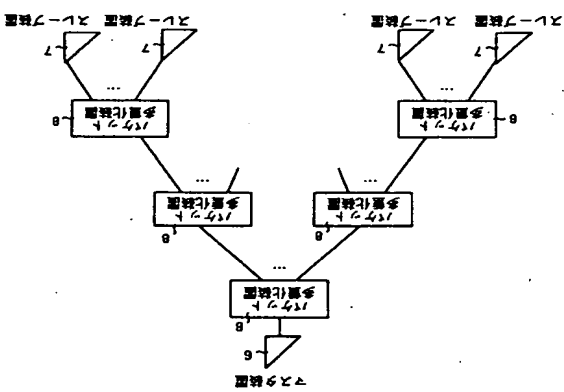
(11) 特許出願公開番号  
特開2000-224213  
(P2000-224213A)  
(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int. Cl. H 04 L 12/44	識別記号 FI H 04 L 11/00	7-コード (参考) 3 4 0 5 K 0 3 3
審査請求 未請求 請求項の範囲 39 OL (全 41 頁)		

(21) 出願番号 特願平11-20644	(71) 出願人 000008013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日 平成11年1月28日 (1999.1.28)	(72) 発明者 曾田 圭一 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
	(72) 発明者 市橋 立機 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
	(74) 代理人 100089118 弁理士 西井 宏明 (外1名) Fターム (参考) 5K03 A08 C015 C001 D401 D405 D416 D617 B01

(54) 【発明の名称】 通信ネットワーク、および該通信ネットワークを構成するマスタ装置、スレーブ装置、多重化装置、並びに交換装置

(57) 【要約】  
【課題】 特定パケットに対して、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをゼロにするとともに、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させること。  
【解決手段】 一台のマスタ装置6と複数のスレーブ装置7を、少なくとも1台の多重化装置8によりマスタ装置を頂点に、ツリー状に接続する通信ネットワークにおいて、前記マスタ装置6が、前記多重化装置8を介して、前記各スレーブ装置7を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置7が、該マスタ装置6にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置6から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。



【特許請求の範囲】  
【請求項1】 1台のマスタ装置と複数のスレーブ装置が、少なくとも1台の多重化装置により、マスタ装置を頂点にツリー状に接続され、各装置間相互に固定長の各種特定情報を送受信する通信ネットワークにおいて、前記マスタ装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする通信ネットワーク。  
【請求項2】 前記各スレーブ装置およびマスタ装置は、それぞれ、前記起動用特定情報、返信用特定情報の他に、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる固定長の一般の情報を、予め定められた周期で送信することを特徴とする請求項1に記載の通信ネットワーク。  
【請求項3】 前記多重化装置は、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信するマスタ宛一般情報受信手段と、各スレーブ側ポートからの前記起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段と、マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ同報するスレーブ宛同報バスと、前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報選択手段と、該マスタ宛情報選択手段に許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バスと、を備えることを特徴とする請求項2に記載の通信ネットワーク。  
【請求項4】 前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を受信していない場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を所定の巡回順に許可し、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ宛特定情報受信手段に入力して初めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項3に記載の通信ネットワーク。  
【請求項5】 前記マスタ装置およびスレーブ装置は、前記一般情報を受信する一般情報受信手段と、前記特定情報を受信する特定情報受信手段と、

前記特定情報を受信する特定情報受信手段と、該一般情報受信手段と特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段と、を送信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする請求項3または4に記載の通信ネットワーク。  
【請求項6】 前記送信選択手段は、前記特定情報受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報受信手段の出力を許可し、前記特定情報受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項5に記載の通信ネットワーク。  
【請求項7】 前記多重化装置は、さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段と、前記スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段と、を備え、前記マスタ側ポートから前記一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を受信するスレーブ宛情報受信手段に代入し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、前記スレーブ宛情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項7～9のいずれか一つに記載の通信ネットワーク。  
【請求項8】 前記多重化装置は、さらに、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を受信するスレーブ宛一般情報受信手段と、前記スレーブ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報選択手段と、を備え、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、該スレーブ宛特定情報受信手段に代入し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段

3  
からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項3～6のいずれか一つに記載の通信ネットワーク。

【請求項9】 前記マスタ装置および各スレーブ装置は、さらに、固定長の管理情報を、宛先の装置に対して予め定められた周期で送信し、前記多重化装置は、さらに、該管理情報を送受信する管理情報送受信手段を備え、

前記マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項8に記載の通信ネットワーク。

【請求項10】 前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のバケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第2多重化装置に置き換え、マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも1台の第2多重化装置を接続し、さらに、各第2多重化装置に、それぞれ、必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、

各第2多重化装置は、前記特定情報の中継せず、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、

前記マスタ装置が、前記各第2多重化装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、第2多重化装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第2多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整し、

さらに、前記各第2多重化装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、前記多重化装置を介して、該第2多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第2多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項8または9に記載の通信ネットワーク。

【請求項11】 前記第2多重化装置は、

50 受信手段と、

前記多重化装置のマスタ宛特定情報受信手段の代わりには、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を受信するマスタ側特定情報送受信手段と、

前記多重化装置のスレーブ宛特定情報受信手段の代わりには、前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を受信するスレーブ側特定情報送受信手段と、

を備えることを特徴とする請求項10に記載の通信ネットワーク。

【請求項12】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間の間、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、マスタ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間の間、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項11に記載の通信ネットワーク。

【請求項13】 前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のバケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第3多重化装置に置き換え、

マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも1台の第3多重化装置を接続し、さらに、前記小規模通信ネットワーク内マスタとなる第2マスタ装置を頂点に、第3多重化装置および必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、

前記マスタ装置が、該多重化装置および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項8または9に記載の通信ネットワーク。

【請求項14】 前記第3多重化装置は、前記第2マスタ装置を接続する第2マスタ側ポートを有することにより、相互の通信の中継し、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、該第2マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段と、

該第2マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側スレーブ宛一般情報

50 受信手段と、

前記マスタ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するマスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段と、

該マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2マスタ宛情報選択手段と、

該第2マスタ宛情報選択手段にて許可された情報を第2マスタ側ポートへ出力する第2マスタ宛多重バスと、を備えることを特徴とする請求項13に記載の通信ネットワーク。

【請求項15】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間の間、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段および第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間の間、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段および第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記第2マスタ宛情報選択手段は、前記第2マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可することを特徴とする請求項14に記載の通信ネットワーク。

【請求項16】 前記マスタ装置に置き換え、

前記一般情報と特定情報とを交換する交換装置と、

該特定情報を送受信する第3マスタ装置と、

該交換装置に接続される少なくとも1台の第4多重化装置と、を備え、

前記第3マスタ装置が、前記多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項13、14または15に記載の通信ネットワーク。

【請求項17】 前記第4多重化装置は、

前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信の中継し、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、該交換装置側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側スレーブ宛一般情報

50 受信手段と、

により、相互の通信の中継し、

前記マスタ宛一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ宛一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ宛情報選択手段に代えて、前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、前記第3マスタ装置への出力を

所定の方法で許可する第3マスタ宛情報制御手段と、

を備え、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、前記交換装置宛一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置宛情報選択手段を備えることを特徴とする請求項16に記載の通信ネットワーク。

【請求項18】 前記マスタ宛情報制御手段は、

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間の間、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を送信し、

該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を受信し、

前記交換装置宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可し、

前記交換装置宛一般情報受信手段は、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間の間、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項17に記載の通信ネットワーク。

【請求項19】 前記マスタ装置に置き換え、前記一般情報と特定情報とを交換する交換装置と、前記特定情報を送受信する第3マスタ装置と、を備え、

前記第3マスタ装置が、前記交換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項13、14または15に記載の通信ネットワーク。

【請求項20】 前記交換装置は、

前記第3多重化装置のスレーブ宛一般情報受信手段、マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段、第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段、マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ

50 情報受信手段、





る。以上のことから、マスタ装置1とスレーブ装置2の各サンプリング番号を一致させることができる。

[0017] つぎに、上記、従来の通信ネットワークを、マスタ装置と複数のスレーブ装置間でサンプリング時刻を一致させるように、マスタ装置がその複数のスレーブ装置からサンプリング情報を収集するような、大規模通信ネットワークに拡張する方法を示す。ここで、スレーブ装置の間に、パケット多量化装置を1台または複数台設け、ツリー状の大規模通信ネットワークを構成する。

[0018] 図1において、6は各スレーブ装置からサンプリング情報を収集するとともに、各スレーブ装置とサンプリング時刻合わせの通信を実行するマスタ装置であり、7はマスタ装置6に対しサンプリング情報を送信するとともに、サンプリング時刻合わせの通信を実行する複数のスレーブ装置であり、8はパケット多量化装置である。なお、マスタ装置6とスレーブ装置7間では、以下の二つのパケットを送受信する。

[0019] 一つ目は、サンプリング情報を示す一般パケットであり、二つ目は、サンプリング時刻合わせの通信に用いる特定パケットである。また、マスタ装置6とスレーブ装置7間で送受信するパケットを一般パケットと特定パケットとに区別する理由は、サンプリング情報と特定パケットとに区別する必要がある。後者の通信に対してマスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を短くすることで、(3)式を成立させるためである。

[0020] たとえば、前記のサンプリング時刻合わせの通信を優先する制御方法としては、パケット多量化装置8の内部に、優先度毎に受信バッファを設ける方法がある。その例として、図18は、たとえば、時間7-131465に示された従来のパケット多量化装置8の内部構成を示す図である。

[0021] 図18において、11はマスタ側ポートであり、12はスレーブ側ポートであり、13は伝送路から送受信されるパケットを物理レイヤレベルで転送する伝送路終端回路であり、14は一般パケット多量化装置であり、15は特定パケット多量化装置であり、16はスレーブ側ポートから受信される一般パケットを格納する一般パケット受信バッファであり、17はスレーブ側ポートから受信される特定パケットを格納する特定パケット受信バッファであり、18は受信バッファ選択回路であり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間の短縮を、次式となる。

$$\begin{aligned} & \text{（一般パケット）中継時間} \times \text{スレーブ側ポート数} \\ & \quad \times \text{格納するパケット多量化装置台数} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

[0029] 一方、特定パケットがパケット多量化装置のマスタ側ポートからスレーブ側ポートへ中継される際、待ち合わせ時間は、ゼロであり、すなわち、マスタ装置からスレーブ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間

いばかりでなく、(8)式で示されるマスタ装置からスレーブ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間の短縮により、(3)式に補正を加えることもできない。これにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度が(8)式に示される分だけ低下する、という問題も発生する。

[0031] なお、装置間の伝送遅延時間のゆらぎの大部分は、上記待ち合わせにより生じるが、その他に、各装置の動作クロックの位相が異なるため、位相の合わせ込みによっても生じる。しかしながら、その割合は、前記待ち合わせによるゆらぎに對し、僅かとなる。

[0032] 本発明は、上記に組み込まれたものであって、特定パケットに対して、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをゼロにするように、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一斉にさせることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる通信ネットワーク、および該通信ネットワークを構成するマスタ装置、スレーブ装置、並びに多量化装置を得ることを目的とする。

[0033] 【課題を解決するための手段】 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信ネットワークにおいては、1台のマスタ装置と複数のスレーブ装置が、少なくとも1台の多量化装置により、マスタ装置（後述する実施の形態のパケット多量化装置に相当）を頂点にツリー状に接続され、各装置間相互に固定長の各種特定情報を送受信する構成とし、前記マスタ装置が、前記多量化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回し、格納するパケット多量化装置（特定パケットに相当）に格納されるパケット多量化装置（特定パケットに相当）に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することと特徴とする。

[0034] この発明によれば、マスタ装置が、多量化装置を介して、前記各スレーブ装置をポーリングし、その後、ポーリングを受けた際に、スレーブ装置が、該マスタ装置に起動用特定情報を送信し、該マスタ装置から返送される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、前記特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

[0035] つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記各スレーブ装置およびマスタ装置は、それぞれ、前記起動用特定情報、返信用特定情報の他に、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる固定長の一般の情報の情報（後述する実施の形態の一般パケット

に相当)を、予め定められた周期で送信することを特徴とする。

[0036] この発明によれば、調整されたサンプリング時刻毎に一般情報が送信可能となり、装置間のデータ通信が可能となる。

[0037] つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記多量化装置は、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を側々に受信するマスタ側一般情報受信手段（後述する実施の形態の各マスタ側一般パケット受信バッファ2に相当）と、各スレーブ側ポートからの前記起動用特定情報を側々に受信するマスタ側特定情報受信手段（マスタ側特定パケット受信バッファ2に相当）と、前記各マスタ側一般情報受信手段とマスタ側特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ側情報選択手段（マスタ側受信バッファ選択回路25に相当）と、該マ

スタ側情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ側多重バス（パケット多重バス24に相当）とを備えることを特徴とする。

[0038] この発明によれば、マスタ側情報選択手段の制御により、各マスタ側一般情報受信手段とマスタ側特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

[0039] つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ側情報選択手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、マスタ側一般情報受信手段の出力を所定の巡回回数に許可し、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ側特定情報受信手段に投入し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間と規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記マスタ側一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ側特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

[0040] この発明によれば、特定情報の先頭が多量化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に隔るらず、ある一定時間とその他の一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。これにより、本通信ネットワークにおいて

は、特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への持ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができ。

【0041】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ装置およびスレーブ装置は、前記一般情報を受信する一般情報受信手段（後述する実施形態の一般パケット受信回路28に相当）と、前記特定情報を受信する特定情報受信手段（特定パケット受信回路29に相当）と、該一般情報を受信する手段と特定情報を受信する手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路30に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多量化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

【0042】この発明によれば、送信選択手段が、一般情報を受信する手段と特定情報を受信する手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、マスタ装置とスレーブ装置が、自サンプリング時刻から特定情報を受信するまでの送信処理時間のゆらぎをなくすように、制御することができ。

【0043】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記特定情報受信手段は、前記特定情報を受信する手段と特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報を受信する手段の出力を許可し、前記特定情報を受信する手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報を受信する手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報を受信する手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報を受信する手段の出力を許可することを特徴とする。

【0044】この発明によれば、特定情報を受信する手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の送信状況に問わず、ある一定時間とその他の一定の処理遅延時間（伝送遅延時間）の和となり、処理遅延時間のゆらぎはない。また、この処理遅延時間は、マスタ装置およびスレーブ装置で同一である。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を、さらに向上させることができる。

【0045】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記多量化装置は、さらに、前記マスタ装置側からの情報を受信するスレーブ装置側情報受信手段（後述する実施形態の一般パケット受信回路28に相当）と、前記特定情報を受信する手段の出力を許可する手段（スレーブ装置側情報受信回路32に相当）と、を備え、前記マスタ装置側からの前記一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ装置側

受信手段に入力し始めるから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、該一定時間の経過後、該スレーブ装置側情報受信手段から蓄積された情報を読み出すことを特徴とする。

【0046】この発明によれば、マスタ装置側からの一般情報または特定情報を受信する場合は、該一般情報または特定情報を受信する手段の出力を許可し、前記特定情報を受信する手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の経過後、該スレーブ装置側情報受信手段から蓄積された情報を読み出す。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

【0047】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記多量化装置は、さらに、前記マスタ装置側からの前記一般情報を受信するスレーブ装置側情報受信手段（後述する実施形態の一般パケット受信回路33に相当）と、前記マスタ装置側からの前記特定情報を受信するスレーブ装置側情報受信手段（後述する実施形態の一般パケット受信回路34に相当）と、前記特定情報を受信する手段とスレーブ装置側情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可し、前記スレーブ装置側情報受信手段（スレーブ装置側情報受信回路35に相当）と、を備え、前記マスタ装置側からの前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ装置側情報受信手段の出力を許可し、前記マスタ装置側からの前記特定情報を受信している場合、該スレーブ装置側情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記マスタ装置側からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ装置側情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0048】この発明によれば、マスタ装置側からの特定情報を受信していない場合は、スレーブ装置側一般情報受信手段の出力を許可し、スレーブ装置側特定情報を受信している場合は、スレーブ装置側特定情報を受信する手段の出力を許可し、前記特定情報を受信する手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記スレーブ装置側からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ装置側特定情報を受信する手段の出力を許可することを特徴とする。

【0049】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ装置および各スレーブ装置は、さらに、前記マスタ装置側からの前記一般情報または特定情報を受信する手段（スレーブ装置側情報受信回路32に相当）と、を備え、前記マスタ装置側からの前記一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ装置側

に、固定長の管理情報を、宛先の装置に対して予め定められた周期で送信し、前記多量化装置は、さらに、該管理情報を受信する管理情報受信手段（後述する実施形態の管理パケット受信回路36に相当）を備え、前記マスタ装置側情報受信手段がスレーブ装置側のいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報を受信する手段の出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ装置側情報受信手段の出力を許可し、前記スレーブ装置側情報受信手段がマスタ装置側からの前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報を受信する手段の出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ装置側情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0050】この発明によれば、マスタ装置側情報受信手段がスレーブ装置側のいずれかから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報を受信する手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ装置側情報受信手段の出力を許可し、スレーブ装置側情報受信手段がマスタ装置側からの前記特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報を受信する手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ装置側情報受信手段の出力を許可し、本通信ネットワークにおいては、パケット多量化装置が管理情報を受信する場合でも、特定情報に対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

【0051】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記パケット多量化装置のうち、少なくとも1台のパケット多量化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第2多量化装置（後述する実施形態の第2パケット多量化装置41に相当）に置き換え、マスタ装置を頂上に、前記多量化装置を介して、前記少なくとも1台の第2多量化装置を接続し、さらに、各第2多量化装置に、それぞれ、必要に応じて1台以上の多量化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、各第2多量化装置は、前記特定情報を受信する手段と、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、前記マスタ装置が、前記各第2多量化装置を巡回し、各第2多量化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に基づいて、該第2多量化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整し、さらに、前記各第2多量化装置が、前記多量化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回し、各第2多量化装置に、その後、指名を受けた際に、スレーブ装置が、前記多量化装置を介して、該第2多量化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用

特定情報に応じて該第2多量化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

【0052】この発明によれば、各第2多量化装置が、特定情報を受信せず、上位のマスタ装置に対してはスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してはマスタ装置として振る舞うことにより、前記上位および下位に対する2段階で、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置が増加した場合でも、各スレーブ装置のサンプリング時刻精度を容易に向上させることができる。

【0053】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記第2多量化装置は、前記多量化装置のマスタ側特定情報受信手段の代わりに、前記マスタ装置側情報受信手段（後述する実施形態の第2パケット受信回路43に相当）と、前記多量化装置のスレーブ側特定情報受信手段の代わりに、前記スレーブ装置側情報受信手段（前記特定情報を受信するスレーブ側特定情報受信手段（スレーブ側特定パケット受信回路42に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0054】この発明によれば、マスタ装置側情報受信手段、スレーブ装置側情報受信手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を受信する出力が可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間の相対的な待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができ。

【0055】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ装置側情報受信手段は、前記マスタ装置側情報受信手段から特定情報を受信する手段と、前記一定時間だけ、該マスタ装置側特定情報を受信する手段の出力を禁止し、該一定時間の間、マスタ装置側特定情報を受信する手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ装置側特定情報を受信する手段の出力を許可し、前記スレーブ装置側情報受信手段は、前記スレーブ装置側特定情報を受信する手段から特定情報を受信する手段と、前記一定時間だけ、該スレーブ装置側特定情報を受信する手段の出力を禁止し、該一定時間の間、スレーブ装置側特定情報を受信する手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ装置側特定情報を受信する手段の出力を許可することを特徴とする。

【0056】この発明によれば、マスタ装置側特定情報を受信する手段またはスレーブ装置側特定情報を受信する手段を要求してから、特定情報の先頭がマスタ装置側またはスレーブ装置側より出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の中継状況に問わず、ある一定時間とその他の一定の処理遅延時間（伝送遅延時間の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置と第2多量化



装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ、および第3多重化装置とスレーブ装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置と第2多重化装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、かつ第2多重化装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間も高い精度で一致させることができ、さらに、スレーブ装置の台数が増加しても各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

【0057】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のパケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第3多重化装置（後述する実施の形態の第3パケット多重化装置45に相当）に置き換え、マスタ装置を頂点とし、前記多重化装置を介して、前記小規模通信ネットワーク内でのマスタと第2多重化装置を頂点とし、第3多重化装置および必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、前記マスタ装置が、該多重化装置および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回し、第3多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

【0058】この発明によれば、マスタ装置が、多重化装置および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回し、第3多重化装置にサンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいて、マスタ装置からサンプリング情報を収集するマスタ装置と各スレーブ装置との間で、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

【0059】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記第3多重化装置は、前記第2マスタ装置を接続する第2マスタ側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、前記多重化装置の構成に加え、前記第2マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側マスタ側一般情報受信手段（後述する実施の形態の第2マスタ側マスタ側一般パケット受信バッファ49に相当）と、該第2マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側スレーブ側一般情報受信手段（第2マスタ側スレーブ側一般パケット受信バッファ55

ング時刻の精度を向上させることができる。

【0063】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ装置に置き換え、前記一般情報を交換する交換装置（後述する実施の形態のパケット交換装置53に相当）と、前記特定情報を受信する第3マスタ装置（第3マスタ装置54に相当）と、該交換装置に接続される少なくとも1台の第4多重化装置（第4パケット多重化装置55に相当）とを備え、前記第3マスタ装置が、前記多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回し、第3多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

【0064】この発明によれば、第3マスタ装置が、多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回し、第3多重化装置に置き換えた際に、スレーブ装置が、起動用特定情報を受信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が各自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および各自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

【0065】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記第4多重化装置は、前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、前記マスタ側一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートから前記一般情報を個々に受信する交換装置側一般情報受信手段（後述する実施の形態の交換装置側一般パケット受信バッファ57に相当）と、前記スレーブ側一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ側一般情報受信手段（スレーブ側一般パケット受信バッファ58に相当）と、前記マスタ側一般情報受信手段に代えて、前記第3マスタ装置への出力を所定の方法で許可する第3マスタ側情報制御手段（マスタ側一般情報受信手段の構成に加え、前記交換装置側一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置側情報選択手段（交換装置側一般パケット選択回路59に相当）を備えることを特徴とする。

【0066】この発明によれば、マスタ側情報制御手段、スレーブ側情報制御手段、および交換装置側情報制御手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

【0067】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ側情報制御手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記マスタ側情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ側情報受信手段から該特定情報を出力し、前記交換装置側情報制御手段は、前記スレーブ側情報受信手段の出力を巡回し、前記スレーブ側情報受信手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ側情報受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、前記スレーブ側一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0068】この発明によれば、第4多重化装置が特定情報を中継する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間の中継時間は、一般情報の中継決定に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、本通信ネットワークにおいては、第2マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各第2マスタ装置が、各自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および各自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

【0069】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、前記マスタ装置に置き換え、前記一般情報と特定情報とを交換する交換装置（後述する実施の形態のパケット交換装置61に相当）と、前記特定情報を送信する第3マスタ装置（第3マスタ装置54に相当）とを備え、前記第3マスタ装置が、前記交換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回し、第3多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

50 【0070】この発明によれば、第3マスタ装置が、交



換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受け、スレーブ装置が、起動用特定情報を受信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークの多重化装置、各マスタ装置が小規模通信ネットワーク内のスレーブ装置および小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、より高い精度で一致させることができる。

【0071】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記交換装置は、前記第3多重化装置のスレーブ宛一般情報受信手段、マスタ宛第2多重化装置宛一般情報受信手段、第2マスタ宛マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ宛スレーブ宛一般情報受信手段、マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ宛側ポート、同報バス、多重バス、および第2マスタ宛多重バスに代わり、前記マスタ宛情報制御手段が許可した情報を宛先に該当するスレーブ側ポートへ出力する交換手段（後述する実施の形態のパケット交換回路62に相当）を備えることを特徴とする。

【0072】この発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可することにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

【0073】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報制御手段は前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を受信手段、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出し、さらに、該一定時間の間、前記第2マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することとを特徴とする。

【0074】この発明によれば、交換装置が特定情報を中継する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に問わず、両方向共、ある一定時間とその他の処理遅延時間（伝送遅延時間）の和となり、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対し

て、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、各第2マスタ装置が、自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

【0075】つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいては、各装置が前記特定情報の出力を禁止する前記一定時間は、予め定められた最大情報長の送信時間で規定される一定時間とすることを特徴とする。

【0076】この発明によれば、一般情報と特定情報を受信可能とした場合でも、マスタ宛情報選択回路の動作で、特定情報の出力を禁止する一定時間を、予め定められた最大情報長の送信時間で規定される時間とすることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

【0077】つぎの発明にかかるマスタ装置において、は、複数のスレーブ装置および多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、各スレーブ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な1台のマスタ装置において、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を受信する一般情報受信手段（後述する実施の形態の一般パケット送受信回路28に相当）と、前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を受信する特定情報受信手段（特定パケット送受信回路29に相当）と、該一般情報受信手段と特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路30に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

【0078】この発明によれば、送信選択手段は、一般情報受信手段と特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のスレーブ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる。

【0079】つぎの発明にかかるマスタ装置において、前記送信選択手段は、前記特定情報受信手段から特定情報受信要求を受けていない場合、前記一般情報受信手段の出力を許可し、前記特定情報受信手段から特定情報受信要求を受けている場合、該要求を受けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報受信手段の出力を許可することとを特徴とする。

【0080】この発明によれば、特定情報受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の送信状

況に関わらず、ある一定時間とその他の処理遅延時間（伝送遅延時間）の和となり、外部のスレーブ装置との処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

【0081】つぎの発明にかかるスレーブ装置において、は、1台のマスタ装置および複数の多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、マスタ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な複数のスレーブ装置において、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を受信する一般情報受信手段（後述する実施の形態の一般パケット送受信回路28に相当）と、前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を受信する特定情報受信手段（特定パケット送受信回路29に相当）と、該一般情報受信手段と特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路30に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

【0082】この発明によれば、送信選択手段は、一般情報受信手段と特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のマスタ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる。

【0083】つぎの発明にかかるスレーブ装置において、前記送信選択手段は、前記特定情報受信手段から特定情報受信要求を受けていない場合、前記一般情報受信手段の出力を許可し、前記特定情報受信手段から特定情報受信要求を受けている場合、該要求を受けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報受信手段の出力を許可することとを特徴とする。

【0084】この発明によれば、特定情報受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他の処理遅延時間（伝送遅延時間）の和となり、外部のマスタ装置との処理遅延時間のゆらぎをなくすことができる。

【0085】つぎの発明にかかる多重化装置において、は、1台のマスタ装置および複数のスレーブ装置とともに通信ネットワークを構成し、前記マスタ装置と接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置と接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継する多重化装置において、各スレーブ側ポートからの一般情報を個々に受信するマスタ宛一般パケット受信手段（後述する実施の形態の各マスタ宛一般パケット受信バッファ21に相当）と、各スレーブ側ポートからの起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報

受信手段（マスタ宛特定パケット受信バッファ22に相当）と、マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ回線するスレーブ宛回線バス（パケット回線バス23に相当）と、前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を許可するマスタ宛情報選択手段（マスタ宛情報バッファ選択回路24に相当）と、該マスタ宛情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バス（パケット多重バス24に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0086】この発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ宛多重バスへ出力するマスタ宛多重バスにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすことができる。

【0087】つぎの発明にかかる多重化装置において、前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を許可することとを特徴とする。

【0088】この発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他の処理遅延時間（伝送遅延時間）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎをなくすことができる。

【0089】つぎの発明にかかる多重化装置において、は、さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛パケット受信バッファ31に相当）と、該スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段（スレーブ宛情報バッファ制御回路32に相当）と、を備え、前記マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ宛情報受信手段に出力し始め、前記特定の送信時間で規定される一定時間だけ中継しておき、該一定時間の経過後、該スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力することとを特徴とする。

【0090】この発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に出力し始め







【0156】実施の形態 4. 本実施の形態においては、

通信ネットワークの構成は、図 1 を用いる。なお、実施の形態 1～3 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態においては、扱うパケット種別、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 の送受信動作、およびパケット多量化装置 8 の動作のうち、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 へパケットを中継する際の動作は、実施の形態 1 および実施の形態 2 と異なる。ここで、パケット多量化装置 8 の動作のうち、マスタ装置 6 からスレーブ装置 7 へパケットを中継する際の動作が、実施の形態 1 および実施の形態 2 と異なる。

【0157】本実施の形態による通信ネットワークは、特定パケットに対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させるとともに、一般パケットに対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することを目的とする。

【0158】図 6 は、本実施の形態にかかるパケット多量化装置 8 の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図 6 において、33 はマスタ側ポート 11 に設けたスレーブ宛一般パケット受信バッファであり、34 はマスタ側ポート 11 へ中継する際の遅延時間と高い精度で一致する。【0164】従って、本実施の形態では、特定パケットに対して、スレーブ装置 7 とマスタ装置 6 間の両方向の伝送遅延時間が、結する多量化装置の台数に関わらず高い精度で一致し、予めスレーブ装置に両方向の伝送遅延時間の差を設定する必要がなくなり、各スレーブ装置の管理を単純にすることが可能である。

【0165】さらに、本実施の形態では、パケット多量化装置 8 のスレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 とスレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 にパケットが格納されない限り、一般パケットが前記パケット多量化装置 8 のマスタ側ポート 11 に到着してから、スレーブ側ポート 12 より出力されるまでの中継遅延時間は、一定の処理時間のみとなり、実施の形態 3 に比較し、遅延時間を短縮することが可能となる。

【0166】なお、上記の説明では、一般パケットと特定パケットのバケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送受信遅延時間の制御で、特定パケットの送受信を禁止する一定時間を、予め定めた最大バケット長の 1 バケットの送受信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

【0167】また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多量化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多量化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

【0168】また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサン

プリング時刻合わせ情報の両者を、1 種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

【0169】実施の形態 5. 本実施の形態においても、通信ネットワークの構成は、図 1 を用いる。なお、実施の形態 1～4 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態において、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 の送受信動作は、管理パケットを送受信することを除き、実施の形態 1 から実施の形態 4 のいずれかに示す動作と同様である。

【0170】本実施の形態では、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間で一般パケットと特定パケットを送受信するとともに、マスタ装置 6、スレーブ装置 7、パケット多量化装置 8 の各装置間で、各装置の管理情報である管理パケットを送受信する。なお、管理パケットのバケット長は、一般パケットおよび特定パケットと同一かつ固定とする。また、管理パケットは、一般パケットと同様に、遅延時間のゆらぎを許容できるパケットであるが、パケット多量化装置 8 は、管理パケットを中継せずに、内部で終端するため、一般パケットと区別する必要がある。従って、管理パケット、一般パケット、特定パケットの先頭に制御領域を設け、制御領域内の先頭に各パケットの識別ビットを設ける。

【0171】本実施の形態による通信ネットワークは、パケット多量化装置が以下で定義する管理パケットを送受信する場合にも、特定パケットに対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることを目的とする。

【0172】図 7 は、本実施の形態にかかるパケット多量化装置 8 の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図 7 において、36 は、管理パケット送受信回路である。

【0173】ここで、本実施の形態にかかるパケット多量化装置 8 の動作を説明する。たとえば、各スレーブ側ポート 12 から一般パケット、特定パケット、管理パケットのいずれかが受信した場合、パケット多量化装置 8 内では、まず、伝送遅延時間回路 13 が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。そして、参照結果が一般パケットの場合は、前記スレーブ側ポート 12 に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ 21 にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 にその特定パケットを一旦格納し、さらに、参照結果が管理パケットの場合は、管理パケット送受信回路 36 へその管理パケットを入力する。

【0174】また、マスタ宛一般パケット受信バッファ

21. マスタ宛特定パケット受信バッファ 22. 管理パケット送受信回路 36 のそれぞれが、パケットをマスタ側ポート 11 に送信する場合、パケット多量化装置 8 内では、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の許可を得た後、パケット多量化装置 24 を経由して、マスタ側ポート 11 からパケットを送信する。

【0175】なお、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の動作は、実施の形態 1 から実施の形態 4 のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 の出力を、1 バケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、マスタ宛一般パケット受信バッファ 21. および管理パケット送受信回路 36 の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 の出力を許可するものである。また、マスタ側ポート 11 から一般パケット、特定パケット、管理パケットのいずれかを受信した場合も、上記スレーブ側ポート 12 から受信した場合と同様である。

【0176】また、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 733. スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34. 管理パケット送受信回路 3 のそれぞれが、パケットをスレーブ側ポート 12 に送信する場合、パケット多量化装置 8 内では、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の許可を得た後、パケット同梱バス 23 を経由して、すべてのスレーブ側ポート 12 に同梱する。

【0177】なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の動作も、実施の形態 1 から実施の形態 4 のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 の出力を 1 バケットの送信に要する一定時間禁止するとともに、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 および管理パケット送受信回路 36 の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 の出力を許可するものである。

【0178】以上の動作により、本実施の形態によれば、特定パケットの先頭がパケット多量化装置 8 のスレーブ側ポート 12 に到着してから、前記特定パケットの先頭がマスタ側ポート 11 より出力されるまでの中継遅延時間は、一般パケットの中継状況および管理パケットの送信状況に関わらず、1 バケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送遅延時間、過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。従って、特定パケットに対して、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

【0179】また、特定パケットに対するパケット多量化装置 8 の逆方向の中継遅延時間、中継遅延時間のゆらぎ、マスタ装置 6 からスレーブ装置 7 への伝送遅延時間のゆらぎについても同様である。従って、本実施の形態では、パケット多量化装置 8 が管理パケットを送受信す

る場合においても、特定パケットに対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

[0180]なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケット、管理パケットのバケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合においても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定め最大パケット長の1パケットの送信時間を、規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

[0181]また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多量化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多量化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

[0182]また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報に有効が無効を識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

[0183]実施の形態6、図8は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1～5にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図8において、41は第2パケット多量化装置である。図8に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2パケット多量化装置41を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のパケット多量化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置6は頂点とし、必要に応じて1台または複数台の通信ネットワークの多量化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第2パケット多量化装置41を接続台接続する。

[0184]なお、本実施の形態6において、扱うパケット種別、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置6と各スレーブ装置7の送受信動作、およびパケット多量化装置8の動作は、実施の形態1から実施の形態5のいずれかに示す動作と同様である。

[0185]本実施の形態による通信ネットワークは、スレーブ装置が増加した場合でも、各スレーブ装置のサンプリング時刻精度を向上させることを目的とする。

[0186]つぎに、第2パケット多量化装置41の機能の説明する。実施の形態1から実施の形態5のいずれかに示す通信ネットワークでは、マスタ装置6が、各スレーブ装置7を巡回順にポーリングし、ポーリングしたスレーブ装置7の間で図3に示す従来の通信ネットワークにおけるサンプリング時刻合わせの流れと同様に、時刻合わせを行う。

側ポート12から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、第2パケット多量化装置41内では、まず、伝送遅延時間13が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。参照結果が一般パケットの場合は、前記スレーブ側ポート12に一般パケットの場合と同様に、前記スレーブ側ポート12にその特定パケットを入力する。

[0195]また、マスタ装置一般パケット受信バッファ21およびマスタ側特定パケット送受信回路43がパケットをマスタ側ポート11に送信する場合、第2パケット多量化装置41内では、マスタ装置受信バッファ選択回路25の許可を得た後、パケット多重バス24を経由して、マスタ側ポート11から送信する。

[0196]なお、マスタ装置受信バッファ選択回路25の動作は、実施の形態1から実施の形態5のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、マスタ側特定パケット送受信回路43の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、マスタ装置一般パケット受信バッファ21の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ側特定パケット送受信回路43の出力を許可するものである。また、マスタ側ポート11から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合も、上記スレーブ側ポート12から受信した場合と同様である。

[0197]また、スレーブ装置一般パケット受信バッファ33およびスレーブ側特定パケット送受信回路42がスレーブ側ポート12に送信する場合、第2パケット多量化装置41内では、スレーブ装置受信バッファ選択回路35の許可を得た後、スレーブ側ポート12を経由して全スレーブ側ポート12に同様に送信する。

[0198]なお、スレーブ装置受信バッファ選択回路35の動作も、実施の形態1から実施の形態5のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ側特定パケット送受信回路42の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、スレーブ装置一般パケット受信バッファ33の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ側特定パケット送受信回路42の出力を許可するものである。

[0199]以上動作により、本実施の形態によれば、マスタ側特定パケット送受信回路43またはスレーブ側特定パケット送受信回路42が送信を要求してから、特定パケットの先頭がマスタ側ポート11またはスレーブ側ポート12より出力されるまでの処理遅延時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、1パケットの送信に要する一定時間とその他の処理遅延時間（伝送遅延時間と送受信時間）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置6と第2パケット多量化装置41間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ、

および第2パケット多量化装置41とスレーブ装置7間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

[0200]従って、本実施の形態では、特定パケットに対して、マスタ装置6と第2パケット多量化装置41間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、かつ第2パケット多量化装置41とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、スレーブ装置の台数が増加しても各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

[0201]なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのバケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合においても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定め最大パケット長の1パケットの送信時間を規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

[0202]また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多量化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多量化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

[0203]また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報に有効が無効を識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。また、上記の説明では、管理パケットを扱っていないが、第2パケット多量化装置の内部に実施の形態5と同様の管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施の形態5と同様の効果が得られる。

[0204]実施の形態7、図10は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1～6にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図10においては、44は一般パケットだけを送受信する第2マスタ装置であり、45は1台に付き1台の第2マスタ装置44を接続する第3パケット多量化装置である。

[0205]図10に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2マスタ装置44を頂点とし、1台の第3パケット多量化装置45と必要に応じて1台または複数台のバケット多量化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置6は頂点とし、必要に応じて1台または複数台のバケット多量化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第3パケット多量化装置45を接続台接続する。

[0206]第2マスタ装置44は、その下位の全スレーブ装置7から一般パケット、すなわち、サンプリング情報を収集する。マスタ装置6は、前記小規模通信ネッ



トワーク内のスレーブ装置7が送信するいくつかのサンプリング情報を選択して収集する。また、マスタ装置6

[0213]そして、参照結果がマスタ宛一般パケットの場合、前記スレーブ側ポート12に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ21にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が第2マスタ宛一般パケットの場合、前記スレーブ側ポート12に設けたスレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、全スレーブ側ポート12にまとめて一設けたマスタ宛、特定パケット受信バッファ22にその特定パケットを一旦格納する。なお、マスタ側ポート11または第2マスタ側ポート46から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合も、上記と同様に各受信ポート毎に設けた各受信バッファに一旦格納する。

[0214]また、マスタ側ポート11から送信する場合、マスタ宛一般パケット受信バッファ21、マスタ宛特定パケット受信バッファ22、第2マスタ宛一般パケット受信バッファ49のそれぞれは、マスタ宛一般パケット受信バッファ25の許可を得た後、パケット多量受信バッファ24を越えてマスタ側ポート11から送信する。なお、マスタ宛受信バッファ選択回路25の動作は、実施の形態1から実施の形態6のいずれかに示す受信パケット選択回路と同様であり、マスタ宛特定パケット受信バッファ22の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止するとともに、他の受信バッファの新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ宛特定パケット受信バッファ22の出力を許可するものである。

[0215]また、全スレーブ側ポート12から同様の場合、スレーブ宛一般パケット受信バッファ33、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34、第2マスタ側受信バッファ50のそれぞれは、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の許可を得た後、パケット同様のバス23を越えて全スレーブ側ポート12に同様の。なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の動作は、実施の形態1から実施の形態6のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、他の受信バッファの新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可するものである。

[0216]また、第2マスタ側ポート46から送信する場合、マスタ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ51、スレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52のそれぞれは、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48の許可を得た後、第2マスタ宛パケット多量受信バッファ47を越えて第2マスタ側ポート46から送信する。なお、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48は、一般パケットが格納されている受信バッファのうち一つを巡回順に選択し、出力を許可する。

[0217]以上の動作により、本実施の形態によれば、第3パケット多量化装置45が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際の的中継時間は、一般パケットの的中継状況に関わらず、両方向共に、1パケットの送信に要する一定時間とその他の一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間ゆきはない。また、特定パケットに対し、マスタ装置6とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一貫する。従って、本実施の形態では、スレーブ装置7からサンプリング情報を収集する第2マスタ装置44を複数台配置した場合でも、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻の精度を向上することが可能である。

[0218]なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのバケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の1パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

[0219]また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多量化装置が異なる装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多量化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

[0220]また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のバケットに格納し、そのバケット内のサンプリング時刻合わせ情報に有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

[0221]また、上記の説明では、管理パケットを設けていないが、第3パケット多量化装置の内部に実施の形態5と同様の管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施の形態5と同様の効果が得られる。

[0222]また、上記の説明では、第3パケット多量化装置の内部に特定パケット送受信回路を設けていないが、実施の形態6と同様にマスタ側特定パケット送受信回路とスレーブ側特定パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施の形態6と同様の効果が得られる。

[0223]実施の形態8、図12は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1、2、3、4、5、6、および7にて先に説明した構成と同一の部分については、簡易のため説明を省略する。図12において、53は一般パケットのみを交換するバケット交換装置であり、54は特定パケットのみを送信する第3マスタ装置であり、55はパケットのみを送信する第4パケット多量化装置である。[0224]図12に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2マスタ装置44を

頂点とし、1台の第3パケット多量化装置45と必要に応じて1台または複数台のバケット多量化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置54を頂点とし、1台または複数台の第4パケット多量化装置55、および必要に応じて1台または複数台のバケット多量化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第3パケット多量化装置45を複数台接続する。また、これと並列にバケット交換装置53を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のバケット多量化装置8を介して、前記第4パケット多量化装置55を複数台接続する。

[0225]第2マスタ装置44は、小規模通信ネットワーク内の全スレーブ装置7より一般パケット、すなわち、サンプリング情報を収集する。また、小規模通信ネットワーク外のいくつかのスレーブ装置7からサンプリング情報を選択して収集する。また、バケットの交換装置53と第3パケット多量化装置45は、バケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、宛先に該当するポートへ中継する機能を持つ。また、マスタ装置54は、全スレーブ装置7と時刻合わせを行う。なお、第2マスタ装置44は時刻合わせを行わない。これにより、通信ネットワーク内の全スレーブ装置7のサンプリング時刻が一致する。

[0226]また、本実施の形態8において、扱うパケット種別、マスタ装置54と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置54、第2マスタ装置44、各スレーブ装置7の送受信動作、およびバケット多量化装置8、第3パケット多量化装置45の動作は、実施の形態7に示す動作と同様である。

[0227]図12に示すような通信ネットワーク内におけるは、たとえば、ある小規模通信ネットワークにおけるスレーブ装置のサンプリング情報の大部分が、その上位の第2マスタ装置44でのみ有効な情報であるが、いくつかについては、前記小規模通信ネットワーク外の第2マスタ装置44で有効な情報である場合に適用される。[0228]また、第4パケット多量化装置55は、上記を実現するために、スレーブ装置7から受信されるパケットを一般パケットと特定パケットに分類し、一般パケットをバケット交換装置53宛へ中継し、特定パケットをマスタ装置54宛へ中継する機能、およびその逆方向の中継機能を持つ。

[0229]本実施の形態による通信ネットワークは、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模通信ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模通信ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一貫させることを目的とする。

【0230】図13は、本実施の形態にかかる第4パケット多重化装置55の内部構成を示す図である。なお、

先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図13において、56は交換装置側ポートであり、57は各スレーブ側ポート12毎に設けた交換装置宛一般パケット受信バッファであり、58は交換装置宛ポート56に設けたスレーブ宛一般パケット受信バッファであり、59は交換装置宛受信バッファ選択回路であり、60はマスタ宛受信バッファ制御回路である。

【0231】ここで、本実施の形態にかかる第4パケット多重化装置55の動作を説明する。たとえば、各ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際、両方向の中間時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、両方向共に、1パケットの送信に要する一定時間とその他の処理遅延時間（伝送路経路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置54とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。

【0232】また、マスタ側ポート11から送信する場合、マスタ宛特定パケット受信バッファ22は、マスタ宛受信バッファ制御回路60の許可を得た後、マスタ側ポート11から送信する。なお、マスタ宛受信バッファ22の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止し、一定時間経過後、許可する。

【0233】また、全スレーブ側ポート12から同報する場合、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34、スレーブ宛一般パケット受信バッファ58のそれぞれは、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の許可を得た後、パケット同報バス23を經由して全スレーブ側ポート12に同報する。なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路35は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛受信バッファ58の新たな出力を許可する。

【0234】また、交換装置側ポート55から送信する場合、各交換装置宛一般パケット受信バッファ57は、交換装置宛受信バッファ選択回路59の許可を得た後、パケット多重バス24を經由して交換装置側ポート56から送信する。なお、交換装置宛受信バッファ選択回路59は、一般パケットが格納されている交換装置宛一般パケット受信バッファ57のうち、一つを選択的に選択し、出力を許可する。

【0235】以上の動作により、本実施の形態によれば、第4パケット多重化装置55が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際、両方向共に、1パケットの中継状況に関わらず、両方向の中間時間は、一般パケットの中継状況とその他の処理遅延時間（伝送路経路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置54とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。

【0258】つぎの発明によれば、同様の構成により、パケット交換装置53が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際、両方向共に、1パケットの中継状況に関わらず、両方向の中間時間は、一般パケットの中継状況とその他の処理遅延時間（伝送路経路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置54とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。

【0244】本実施の形態で扱うパケット種別やパケット交換装置53を除く各装置の動作は、実施形態8と同様である。本実施の形態にかかるパケット交換装置53は、実施形態8の図12のパケット交換装置53と、第3マスタ装置54に接続されたパケット多重化装置8の両者の機能を兼ね合わせ持つ。

【0245】本実施の形態にかかる通信ネットワークは、実施形態8と同様に、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一一致させることを目的とする。

【0246】図15は、本実施の形態にかかるパケット交換装置53の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図15において、62はパケット交換回路である。

【0247】ここで、本実施の形態にかかるパケット交換装置53の動作を説明する。たとえば、各ポートから一般パケットまたは特定パケットを受信した場合の伝送遅延時間13および各受信バッファの動作は、実施形態8に示す動作と同様である。また、マスタ側ポート11から送信する場合も、実施形態8に示す第4パケット多重化装置55の動作と同様である。

【0248】また、各スレーブ側ポート12から送信する場合、各第3マスタ宛一般パケット受信バッファ52およびスレーブ宛特定パケット受信バッファ34は、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48の許可を得た後、パケット交換回路62を經由し、送信するパケットが一般パケットの場合は、宛先に該当するスレーブ側ポート12から送信し、送信するパケットが特定パケットの場合は、全スレーブ側ポート12から同報する。

【0249】また、パケット交換回路62は、各第3マスタ宛一般パケット受信バッファ52の先頭の一一般パケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、宛先に該当するスレーブ側ポート12に中継し、またスレーブ宛特定パケット受信バッファ34の特定パケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、全スレーブ側ポート12に中継する。

【0250】また、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可する。

【0251】以上の動作により、本実施の形態によれば、パケット交換装置53が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際、両方向共に、1パケットの中継状況に関わらず、両方向の中間時間は、一般パケットの中継状況とその他の処理遅延時間（伝送路経路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処理遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置54とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一一致する。

【0252】また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットのバケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合においても、送信遅延時間の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定められたバケット長の1パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

【0253】また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なる装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

【0254】また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なる装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

【0255】また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のバケットに格納し、そのバケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効が無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

【0256】また、上記の説明では、管理パケットを扱っていないが、パケット交換装置の内部に実施形態5と同様の管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態5と同様の効果が得られる。

【0257】  
【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、マスタ装置が、多重化装置を介して、前記各スレーブ装置をポーリングし、その後、ポーリングを受けた順に、スレーブ装置が、マスタ装置に起動用特定情報を送信し、該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、前記特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0258】つぎの発明によれば、同様の構成により、パケット毎に一般情報が送信可能となり、装置間のデータ



を中継する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0284】つぎの発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

10 【0285】つぎの発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、一定時間の経過後、スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力する。これにより、特定情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

20 【0286】つぎの発明によれば、マスタ側ポートから特定情報を受信していない場合は、スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、マスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ、特定情報の出力を禁止し、さらに、一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、特定情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができることも、さらに、一般情報に対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することができる、という効果を奏する。

30 【0287】つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、パケット多重化装置が管理情報を受信する場合でも、特定情報に対し、外部のスレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

40 【0288】つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延

【0283】つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延

の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0289】つぎの発明によれば、マスタ側特定情報送信手段またはスレーブ側特定情報受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートまたはスレーブ側ポートより出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

10 【0290】つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段、および第2マスタ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

20 【0291】つぎの発明によれば、第3多重化装置にて特定情報の中継する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

30 【0292】つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、スレーブ宛情報選択手段、および交換装置宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0293】つぎの発明によれば、第4多重化装置が特定情報を受信する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

40 【0294】つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0295】つぎの発明によれば、交換装置が特定情報を受信する際、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向

向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】  
【図1】この発明にかかる通信ネットワークの概略構成を示す図である。

【図2】実施の形態1にかかるパケット多重化装置8の内部構成を示す図である。

【図3】スレーブ装置7からマスタ装置6への特定パケットの流れを示すタイミングチャートの例である。

【図4】実施の形態2にかかるマスタ装置およびスレーブ装置の内部構成、パケット送受信に関わる部分を示す図である。

【図5】実施の形態3にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図6】実施の形態4にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図7】実施の形態5にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図8】実施の形態6にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図9】実施の形態6にかかる第2パケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図10】実施の形態7にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図11】実施の形態7にかかる第3パケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図12】実施の形態8にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図13】実施の形態8にかかる第4パケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図14】実施の形態9にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図15】実施の形態9にかかるパケット交換装置の内部構成を示す図である。

【図16】従来のパケット多重化装置にかかる概略構成を示す図である。

【図17】従来のパケット多重化装置で送信されるパケットの流れを示すタイミングチャートの例である。

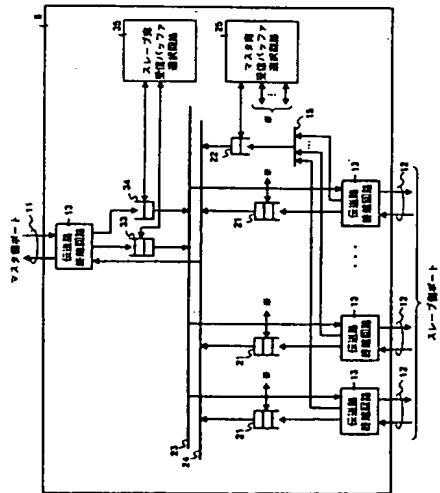
【図18】従来のパケット多重化装置にかかる内部構成を示す図である。

【符号の説明】

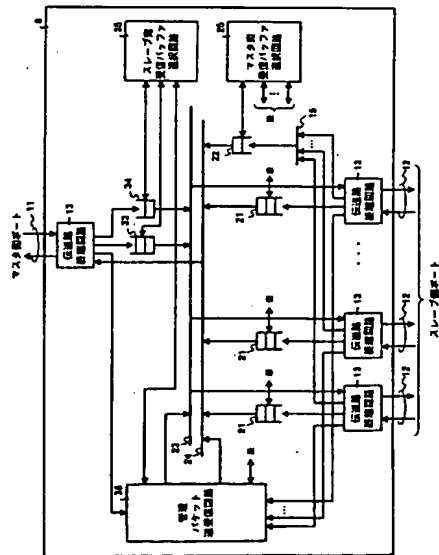
6 マスタ装置、7 スレーブ装置、8 パケット多重化装置、11 マスタ側ポート、12 スレーブ側ポート、13 伝送路終端回路、21 マスタ宛一般パケット受信バッファ、22 マスタ宛特定パケット受信バッファ、23 パケット同報バス、24 パケット多重バス、25 マスタ宛受信バッファ選択回路、26 送受



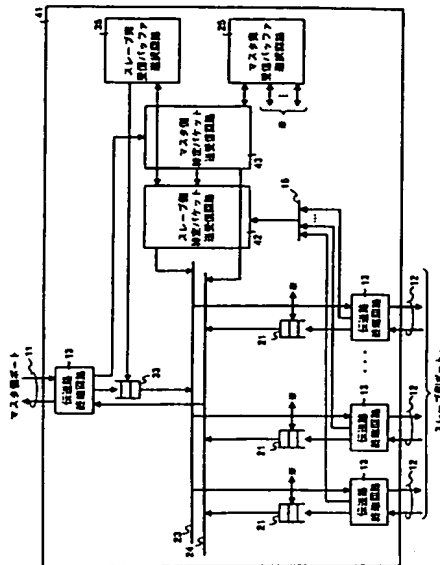
【図 6】



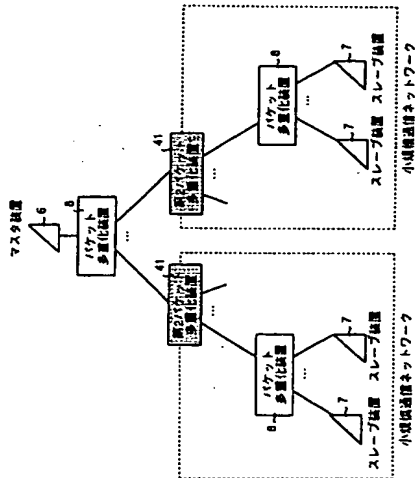
【図 7】



【図 9】

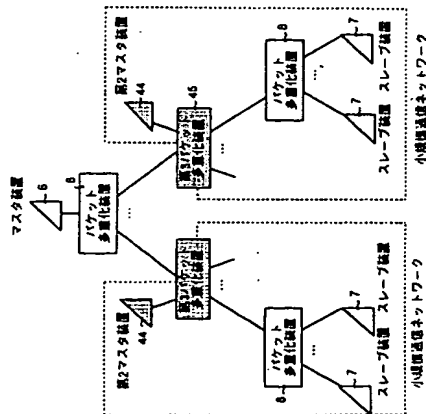


【図 8】

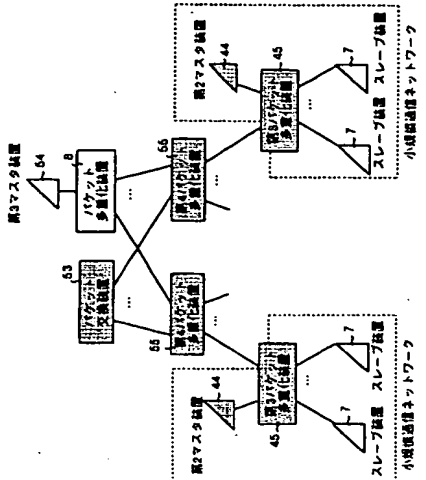




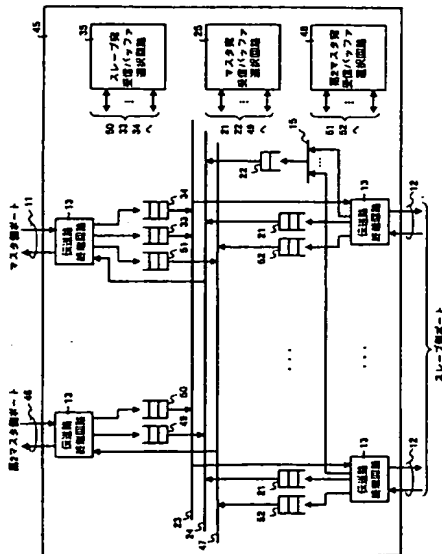
【図10】



【図12】



【図11】



【図13】

